

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNÉE 1933

THÈSE

N°

500

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

André BARDY

Né le 20 Avril 1899 à Virlet (Puy-de-Dôme)

La Perception du Relief exact
en
Stéréoradiographie

Président de Thèse : M. le Professeur STROHL

PARIS

LIBRAIRIE MÉDICALE MARCEL VIGNÉ

11 & 13, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

1933

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

André BARDY

Né le 20 Avril 1899 à Virlet (Puy-de-Dôme)

La Perception du Relief exact en Stéréoradiographie

Président de Thèse : M. le Professeur STROHL

PARIS
LIBRAIRIE MÉDICALE MARCEL VIGNÉ
11 & 13, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

1933

F. — PROFESSEURS

Le Doyen..... M. BALTHAZARD

	MM.
Anatomie	ROUVIERE.
Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale	PROUST.
Physiologie	BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales....	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	CLERC.
Pathologie chirurgicale	MARION.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	LÉPER.
Hygiène et Médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée....	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie..	MAURICE VILLARET.
Clinique médicale	CARNOT.
	BEZANÇON.
	ACHARD.
Hygiène et clinique de la première enfance	MARCEL LABBÉ.
Clinique des maladies des enfants	LEREBOULLET.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	NOBECOURT.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	H. CLAUDE.
Clinique des maladies du système nerveux	GOUGEROT.
Clinique des maladies infectieuses	GUILLAIN.
	LEMIERRE.
	LENORMANT.
Clinique chirurgicale	CUNEO.
	GREGOIRE.
Clinique ophtalmologique	GOSSET.
Clinique urologique	TERRIEN.
	LEGUEU.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE.
	BRINDEAU.
	JEANNIN.
Clinique gynécologie	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	PIERRE DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGENT.
Clinique de la Tuberculose	LÉON BERNARD.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
Professeur sans chaire	HOVELACQUE.
	MAUCLAIRE.
	MULON.
	VERNE.



II. — AGREGÉS EN EXERCICE

MM.

Neurologie et Psychiatrie.....	ALAJOUANINE.
Pathologie médicale.....	AUBERTIN.
Pathologie médicale.....	BÉNARD HENRI.
Pathologie chirurgicale.....	BROCQ.
Pathologie médicale.....	BRULÉ.
Pharmacologie.....	BUSQUET.
Pathologie chirurgicale.....	CADENAT.
Pathologie médicale.....	CATHALA.
Pathologie médicale.....	CHABROL.
Physiologie.....	CHAILLEY-BERT.
Pathologie médicale.....	CHEVALLIER.
Physique.....	DOGNON.
Pathologie médicale.....	DONZELOT.
Obstétrique.....	ECALLE.
Urologie.....	FEY.
Bactériologie.....	GASTINEL.
Pathologie chirurgicale.....	GATELLIER.
Pathologie chirurgicale.....	GIROUD.
Histologie.....	DE GAUDART D'ALLAINES.
Oto-rhino-laryngologie.....	HALPHEN.
Pathologie médicale.....	HARVIER.
Pharmacologie.....	HAZARD.
Anatomie pathologique.....	HUGUENIN.
Pathologie médicale.....	HUTINEL.
Hygiène.....	JOANNON.
Chimie biologique.....	LABBÉ HENRI.
Pathologie médicale.....	LAROCHE GUY.
Pathologie chirurgicale.....	LEVEUF.
Neuro-psychiatrie.....	LEVY-VALENSI.
Pathologie médicale.....	LIAN.
Pathologie chirurgicale.....	MONDOR.
Pathologie médicale.....	MOREAU.
Pathologie chirurgicale.....	MOULONGUET.
Pathologie chirurgicale.....	MOURE.
Histologie.....	MULON.
Anatomie pathologique.....	OBERLING.
Anatomie.....	OLIVIER.
Médecine légale.....	PIÉDELIEVRE.
Obstétrique.....	PORTES.
Pathologie médicale.....	QUÉNU.
Physiologie.....	RICHET Fils.
Chimie biologique.....	SANNIÉ.
Dermatologie et syphiligraphie.....	SÉZARY.
Pathologie chirurgicale.....	VALLERY-RADOT.
Ophthalmologie.....	(Pasteur),
Obstétrique.....	VELTER.
Obstétrique.....	VIGNES.
	VAUDESCAL.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

POUR LE SERVICE DES EXAMENS

	MM.
Obstétrique	LEQUEUX.
Anatomie pathologique.....	LEROUX.
Parasitologie	NEVEU-LEMAIRE.
Histologie	RETTERER.
Physique	ZIMMERN.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE

(ANNEXE)

A TITRE PERMANENT

	MM.
Clinique chirurgicale.....	ABRAMI.
Clinique médicale.....	CHIRAY.
Clinique médicale.....	DUVOIR.
Clinique médicale.....	BASSET.
Clinique chirurgicale.....	CPEVASSU.
Clinique chirurgicale.....	HEITZ-BOYER.
Clinique chirurgicale.....	MOCQUOT.
Clinique chirurgicale.....	N.
Clinique chirurgicale.....	SCHWARTZ.
Clinique obstétricale.....	LE LORIER.
Clinique obstétricale	LEVY-SOLAL.
Clinique obstétricale	METZGER.
Clinique obstétricale.....	GUENIOT.

V. — CHARGÉS DE COURS

	M.M.
Chargé du cours de chirurgie orthopédique chez l'adulte pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes adultes.....	MAUCLAIRE, profes- seur sans chaire.
Stomatologie	FREY.
Education physique.....	CHAILLEY-BERT.
Radiologie clinique.....	LEDoux-LEBARD.
Puériculture	WEILL-HALLÉ.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PÈRE

A MA MÈRE

A MA FEMME

A Monsieur le Professeur STROHL

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR
PROFESSEUR DE PHYSIQUE MÉDICALE
A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

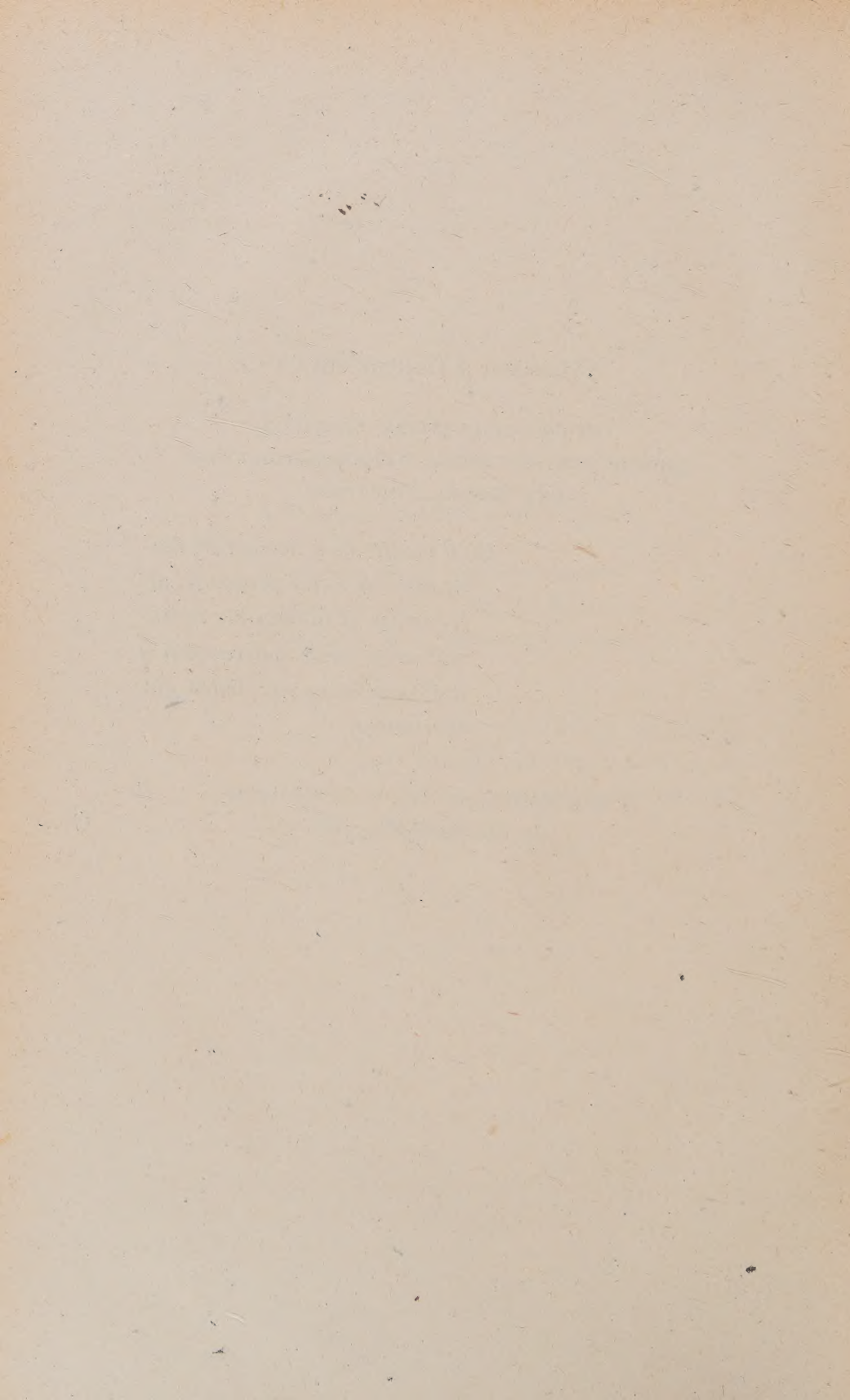
*Nous le remercions du grand
honneur qu'il nous fait, en ac-
ceptant la présidence de cette
thèse.*

A Monsieur le Docteur BELOT

OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR
CHEF DU SERVICE CENTRAL D'ELECTRO-RADIOLOGIE
DE L'HOPITAL SAINT-LOUIS

Qu'il veuille bien trouver ici l'assurance de notre profonde, affectueuse et inaltérable reconnaissance pour tout ce qu'il a fait pour nous en toutes circonstances.

A mes Maîtres de l'Ecole de Médecine
de Clermont-Ferrand



INTRODUCTION

Peu de temps après la découverte des rayons X on chercha à leur appliquer le principe de la stéréo-photographie, puis la question fut à peu près abandonnée au point de vue recherches, et reprise pendant la Guerre. Il faut arriver ensuite vers 1925-1926 pour voir cette application des rayons X plus largement utilisée.

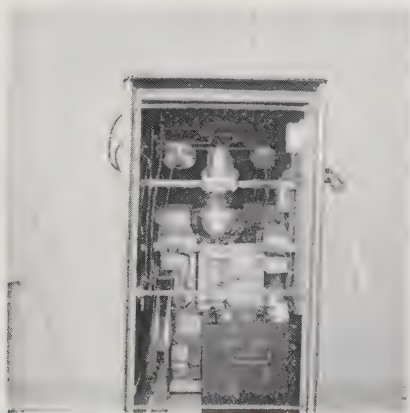
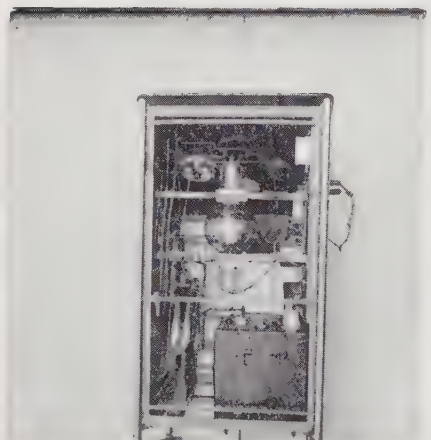
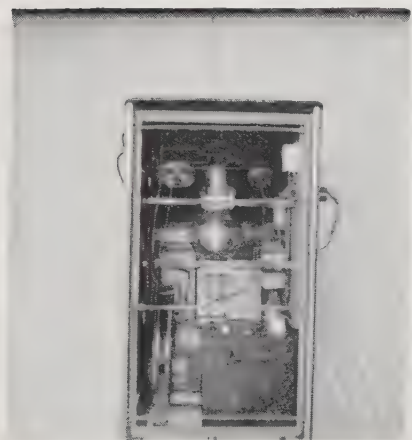
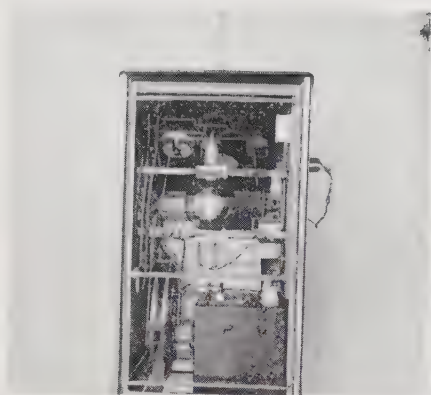
Il est tout de même curieux de voir l'intérêt croissant et décroissant de la stéréo-radiographie en fonction du temps... Surtout que toutes les fois qu'il en a été question, soit dans des publications, soit dans des réunions de Sociétés de radiologie, tout le monde est d'accord pour reconnaître l'intérêt que présente cette méthode d'exploration.

Comment se fait-il donc que les perfectionnements apportés à cette méthode procèdent par à-coups et non d'une façon continue? Nous croyons pouvoir en découvrir plusieurs raisons. D'abord la question d'appareillage : celle-ci ne paraît pas devoir intervenir, car dans beaucoup de publications, il est dit que l'on peut réaliser des stéréo-radiographies avec des moyens de fortune peu coûteux et simples. Cela est exact,

mais pratiquement l'installation de ces moyens de fortune demande un temps assez long et bien souvent le radiologiste est pressé et il renonce à ce moyen d'exploration. Il y a donc lieu, si l'on désire employer d'une façon courante la stéréo-radiographie, de disposer d'un appareillage spécial, de mise en route rapide et uniquement réservé à cet usage. Cet appareillage exigera donc des locaux spéciaux et enfin son installation sera fort coûteuse. Néanmoins cette question essentiellement matérielle, bien qu'ayant son importance, devrait passer au second plan si les avantages de l'exploration stéréo-radiographique étaient si importants qu'on le dit habituellement. Or, l'existence d'installations spéciales de stéréo-radiographie est peu répandue, soit dans les hôpitaux, soit dans les cliniques, et devient tout à fait exceptionnelle chez des radiologistes ayant une installation personnelle.

Une autre cause, dont l'importance nous paraît primordiale, est la difficulté de « voir » d'une manière correcte les stéréogrammes. Il a été dit que pour cette perceptions du relief, il fallait acquérir une habitude; nous ne le croyons pas et nous sommes persuadés que si les stéréogrammes étaient exécutés avec une méthode précise et examinés d'une façon correcte, cette perception serait très facile pour un observateur non averti, mais possédant toutefois une vision normale des yeux, soit naturelle, soit corrigée à l'aide de verres appropriés à sa vision défectueuse (1).

(1) Il est cependant à noter que la perception du relief sur des stéréogrammes est rigoureusement impossible à certaines personnes, bien que paraissant posséder une vision normale.



A ce sujet il nous a été donné d'observer certaines particularités assez amusantes lors d'examens de stéréogrammes faits sans aucune méthode : certains déclarent après avoir examiné un stéréogramme que cette méthode d'exploration est vraiment remarquable et tout à fait digne d'intérêt... mais si on leur pose une question précise sur la situation d'un plan par rapport à un autre dans le stéréogramme qu'ils viennent d'examiner, ils sont incapables de répondre exactement. Une autre fois ayant fait examiner un stéréogramme de cage thoracique à une personne n'ayant aucune notion d'anatomie, cette personne voyait très nettement les omoplates à l'intérieur de la cage thoracique.

Pour illustrer ce que nous venons de dire et en démontrer la possibilité, nous reproduisons ci-contre des stéréo-photographies d'un même objet (poste de diathermie) qui, examiné au stéréoscope ordinaire, présente des dimensions en profondeur variables et même sur la dernière épreuve paraît pénétrer dans le mur situé derrière lui. Le simple bon sens indique que cette éventualité est rigoureusement absurde, car il s'agit d'un objet que l'on peut voir directement sans avoir recours à la photographie. Mais en radiographie il en est tout autrement, car la radiographie a précisément pour but de nous faire voir ce que nos sens ne peuvent percevoir directement.

On voit donc l'importance de cette question de la perception exacte du relief en stéréo-radiographie, car cette méthode employée d'une façon imprécise,

au lieu de nous éclairer peut très facilement nous induire en erreur.

Dans l'étude ci-dessous, nous nous proposons d'essayer de déterminer les conditions théoriques de la prise d'un stéréogramme, en dehors de toute question d'appareillage; et surtout de son examen, en nous basant sur des constructions géométriques rigoureuses et en évitant de faire intervenir des coefficients personnels de perception du relief ou tous autres facteurs imprécis et non mesurables.

DEFINITIONS

Il nous paraît utile de préciser quelques termes que nous emploierons au cours de cette étude.

D'abord la discrimination entre le RELIEF et la SENSATION DE RELIEF. Il s'agit là de deux choses très différentes et dont la confusion a donné lieu à de nombreux malentendus aux cours de discussions sur la stéréo-radiographie.

Le *relief* est une chose exacte, précise et surtout mesurable, par conséquent immuable et qui fait partie intégrante de l'objet que l'on a à examiner.

La *sensation de relief* est l'interprétation que donne l'esprit à l'examen d'un objet à trois dimensions. Il est bien évident que cette interprétation peut varier non seulement d'un observateur à un autre, mais même pour le même observateur d'un moment à un autre. Rappelons comme exemple simple la photographie agrandie de la lune avec ses cratères qui peuvent tantôt apparaître en creux, tantôt en relief, et cela pour le même observateur; pourtant en réalité il s'agit de cratères dont les dimensions peuvent être mesurées et qui ne changent pas.

Nous ne voulons pas entreprendre l'examen de toutes les causes qui contribuent à la perception du relief, indiquons seulement les principales et parmi celles-ci nous ne retiendrons que les seules qui nous seront utiles pour l'examen des radio-stéréogrammes.

Le changement de forme des objets lorsque l'œil se déplace, leurs dimensions apparentes, leurs parties cachées par d'autres objets, le modelé dû aux ombres, la perspective, la modification de coloration par l'éloignement, etc., peuvent être considérés comme causes secondaires de perception du relief.

Une cause plus importante réside dans le rôle de l'*accomodation* de l'œil.

Nous savons que la vision nette n'a lieu que lorsqu'une image nette de l'objet examiné se produit sur la rétine. Or, tout système centré ne donne une image nette en un point de son axe que lorsque l'objet examiné qui la produit est en un point également bien déterminé, qui est le foyer conjugué du premier point. Notre rétine étant fixe, nous ne pourrions voir distinctement que des objets situés à une distance donnée, si un mécanisme n'intervenait pour assurer la mise au point. Il consistera en un changement de courbure du cristallin qui deviendra plus ou moins convergent. Ce changement de courbure est causé par un effort musculaire, dont nous pouvons avoir plus ou moins conscience. La conscience de cet effort paraît être maximum chez les sujets borgnes qui arrivent à percevoir les grands éléments du relief des objets bien qu'ils ne

possèdent pas la vision binoculaire qui est de beaucoup la cause *principale* de la perception du relief.

Nos deux yeux étant placés à une certaine distance l'un de l'autre, dans une direction transversale par rapport à celle du regard, les deux images rétiniennes d'un même objet ne sont pas semblables. Leur dissemblance sera d'autant plus accentuée que la profondeur de l'objet considéré sera plus grande.

Grâce à l'expérience et à l'éducation que nous avons acquises dès l'enfance, cette dissemblance nous permet d'apprécier le relief.

Signalons le rôle de la *convergence* des yeux dans l'examen d'un objet à trois dimensions et de ses rapports avec l'accommodation, c'est-à-dire le changement de courbure du cristallin avec la distance séparant les différents points d'un objet : Prenons un objet de forme allongée, une règle par exemple, de 30 à 40 cms et plaçons-la presque par le bout et assez près devant nos yeux, en la regardant fuir obliquement. Une des extrémités sera à 30 cms des yeux et l'autre à 60 ou 70. Lorsque nous regarderons l'extrémité située près des yeux, les axes des deux yeux forment un angle d'une valeur donnée mais qui ne sera pas le même quand nous regarderons l'extrémité la plus éloignée de la règle. On appellera cet angle « l'angle de convergence ».

Ainsi que nous l'avons vu plus haut, en même temps que variera l'angle de convergence, la courbure du cristallin se modifiera ou, en d'autres termes, l'accommodation variera. Or l'expérience démontre que

pour chaque valeur de l'angle de convergence il existe une valeur correspondante de l'accommodation et l'un ne peut varier sans entraîner une variation de l'autre.

Cependant il existe une certaine tolérance de l'accommodation : celle-ci peut rester fixe alors que l'angle de convergence varie, mais cela dans des proportions limitées, variables d'un sujet à un autre et qui peuvent être accrues par l'exercice ou une sorte de gymnastique oculaire. Nous entrevoyons ici ce que certains auteurs appellent l'habitude de l'examen des stéréogrammes.

De toutes les causes de la perception du relief que nous venons d'examiner lesquelles devons-nous retenir pour l'examen, non d'un objet réel, mais d'un stéréogramme ?

Il ne semble en rester qu'une seule : la vision binoculaire. L'accommodation ne se fera que sur le plan du stéréogramme, mais il faudra que l'angle de convergence varie. Certains auteurs, et en particulier Cazes, ont cherché à calculer exactement les limites de tolérance de l'accommodation par rapport aux variations de l'angle de convergence. De ce que nous venons de dire il résulte qu'il n'est pas possible d'arriver à un résultat parfaitement exact, cette tolérance variant d'un observateur à un autre et pouvant être accrue par la pratique. Du reste les différents auteurs qui ont voulu donner des chiffres sont loin d'être d'accord.

Personnellement nous nous reporterions aux tables de Cazes qui comparativement aux autres auteurs

donnent des valeurs moyennes et que l'expérience nous a montrées très valables.

Terminons ce chapitre en fixant la définition de certains termes que nous aurons à employer.

Distance focale : Distance séparant l'anticathode, ou plus exactement le point d'impact, du film radiographique.

Base : distance entre chaque position de l'ampoule pour la prise d'un stéréogramme.

Points principaux : point de rencontre de la perpendiculaire abaissée du point d'impact ou de l'œil sur le film radiographique.

COMMENT OBTENIR UN RADIO-STEREOGRAMME

Comme nous venons de le voir, seule la vision bino-culaire peut nous donner la perception du relief en stéréoradiographie. Il est intéressant de se demander quelle est la meilleure façon d'utiliser ce seul facteur de la perception du relief.

Bien que basée sur un phénomène physiologique et presque purement psychique quant à la perception du relief, la stéréoscopie est susceptible d'une très grande précision que la plupart des radiologistes ne recherchaient pas ; ils se contentaient de faire leurs stéréo-radiographies avec des décalages d'ampoule de 5 à 10 cms et cela un peu au petit bonheur... Evidemment on obtenait des stéréogrammes donnant une sensation de relief généralement suffisante pour les quelques cas où on l'appliquait.

On a parlé d' « Hyperstéréoscopie » appliquée à la radiographie. Il s'agit d'examiner si l'hyperstéréoscopie à l'aide de grandes distances focales et de grandes bases va nous donner des résultats supérieurs à ceux que l'on peut obtenir avec des distances focales et des bases moyennes, et si cette méthode qui est de la plus

grande utilité en photographie, topographie aérienne et astronomie, présente le même intérêt en radiographie.

Il est admis généralement que pour un observateur dont la vue est normale, la perception du relief due uniquement à la vision binoculaire s'arrête à environ 200 m. Si l'on prend des photographies stéréoscopiques avec un appareil dont l'écartement des objectifs est égal à celui des yeux, le relief n'apparaîtra que pour les plans situés à moins de 200 m. Mais si l'on prend un appareil dont l'écartement des objectifs est égal à 2, 3, n fois l'écart des yeux, le relief sera perçu au stéréoscope à 400, 600, n fois 200 m. On voit immédiatement tout l'intérêt que peut présenter l'hyperstéréoscopie en photographie.

On comprend moins son utilité en radiographie, puisque les distances employées sont de l'ordre de quelques mètres et souvent inférieures à 1 m.

Nous croyons que l'idée de l'application de l'hyperstéréoscopie à la radiographie est venue de la nécessité d'augmenter la distance focale pour l'obtention de radiographies exigeant pour leur lecture une grande netteté de tous les plans : aussi bien pour ceux très rapprochés du film que pour ceux les plus éloignés de celui-ci. Il est évident que plus le focus de l'ampoule sera éloigné, plus le faisceau de rayons X se rapprochera d'une disposition parallèle; de ce fait, l'agrandissement des images situées loin du film radiographique sera de plus en plus réduit, ainsi que le flou dû à cet agrandissement.

De là à augmenter la base pour la prise des stéréogrammes il n'y avait qu'un pas. Il a été donné comme raison que l'hyperstéréoscopie nous montrerait, comme en photographie, les objets plus rapprochés de nos yeux, mais diminués d'autant. Le pouvoir stéréoptique variant en raison inverse du carré de la distance, le relief d'un objet petit et rapproché sera perçu plus aisément que celui du même objet agrandi et vu plus éloigné. Cette donnée n'est d'ailleurs pas nouvelle et Marie et Ribaut la signalaient déjà en 1904 dans leur article du « Traité de Radiologie Médicale » de Bouchard.

Notons en passant que cette raison donnée ne se vérifie pas par la pratique en stéréo-radiographie : en effet un stéréogramme fait avec une grande base égale à 2 ou 3 fois l'écart des yeux et examiné au stéréoscope de Wheastone, selon la méthode habituelle, est toujours vu dans ses dimensions qui paraissent normales et à la distance à laquelle sont placés les films radiographiques. Il n'apparaît jamais réduit 2 ou 3 fois, comme le veut la théorie invoquée par certains auteurs pour justifier l'emploi de l'hyperstéréoscopie en radiographie.

Admettons toutefois ces raisons comme valables et examinons comment nous allons calculer la base optimale pour l'obtention d'un stéréogramme, sans cependant perdre de vue les conditions dans lesquelles il devra être examiné pour une reconstitution exacte du relief.

Notons la méthode quelque peu simpliste qui con-

siste à prendre comme base le $\frac{1}{6}$ de la distance focale et disant qu'au-delà de cette limite l'accommodation lors de l'examen du stéréogramme devient pénible, sinon impossible.

Marie et Ribaud ont donné une formule plus logique où intervient un nouveau facteur : l'épaisseur du sujet à radiographier. Mais appliquée à l'hyperstéréoscopie elle arrive à donner des résultats non réalisables pratiquement. Par exemple pour stéréoradiographier un doigt de 3 cms d'épaisseur à 2 m. 50 comme distance anti-cathode-peau, on trouve une base de 4 m. 21.

Pour évaluer cette base il semble plus commode de se placer dans des conditions normales : soit, en effet, à examiner un corps quelconque que nous supposons transparent, c'est-à-dire tel qu'il nous apparaîtrait vu en relief en radiographie. Nous nous placerons à une distance d'environ 30 cms qui, grâce à la vision binoculaire, sera largement suffisante pour la perception nette des différents plans, donc du relief. Il suffit dès lors de pouvoir obtenir une stéréo-radiographie qui nous donnera l'impression d'examiner la région radiographiée à 30 cms, cette distance permettant de percevoir tous les détails à un observateur ayant une vision normale.

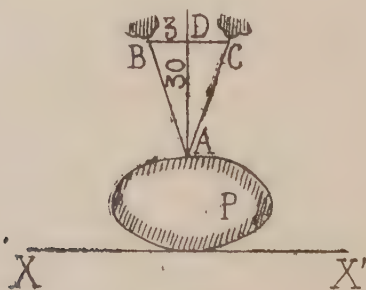


Fig. I

Nous trouvons donc dans les conditions de la *fig. I*. Un œil étant en B et l'autre en C. Si nous adoptons 6 cms comme écart moyen des yeux nous aurons :

$$BD = 3 \text{ cms et } AD = 30 \text{ cms.}$$

Nous pourrions prendre une stéréo-radiographie en mettant l'ampoule en B puis en C, mais les radiographies manqueraient de netteté. Quant à la déformation, celle-ci n'aurait théoriquement aucune importance, la vision stéréoscopique ayant pour particularité de corriger cette déformation.

Il suffit donc d'éloigner l'ampoule jusqu'à ce qu'on ait des images nettes sur tous les plans. Cet éloignement sera évidemment proportionnel à la distance comprise entre les deux plans extrêmes à radiographier, ce qui revient à dire que plus le sujet sera épais plus il faudra augmenter la distance focale.

Dès lors la loi des triangles semblables nous donnera le décalage de l'ampoule suivant la distance anticathode, premier plan à radiographier.

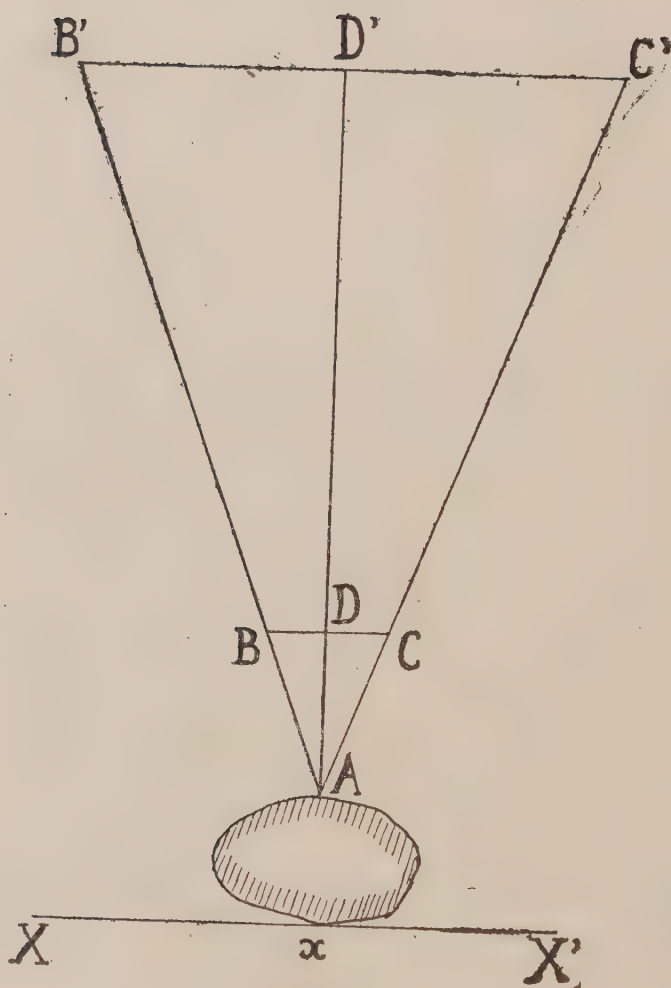


Fig. II

Dans la *fig. II* nous avons :

$$BC = 6 \text{ cms.}$$

$$BD = 3 \text{ cms.}$$

Nous pouvons écrire :

$$\frac{AD}{AD'} = \frac{BD}{B'D'}$$

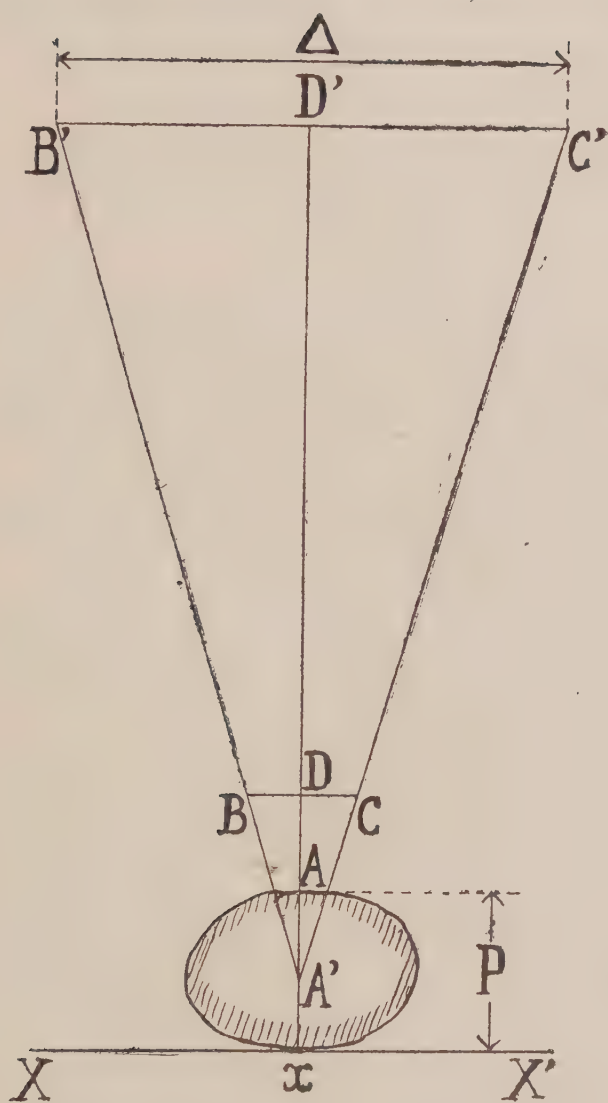


Fig. III

AD' étant la distance D : anticathode-premier plan, choisie pour faire la stéréoradiographie.

B'C' sera le décalage Δ à donner à l'ampoule.

Il nous est donc facile de tirer de là la formule :

$$\frac{\Delta}{2} = \frac{D \times 3}{30}$$

qui nous permettra de calculer rapidement le décalage à donner à l'ampoule pour nous trouver dans des conditions permettant d'examiner une stéréoradiographie comme si nous voyions le corps radiographié à 30 cms de nos yeux.

Si nous jugeons préférable de voir plus près il suffira dans la formule de réduire le chiffre 30 jusqu'à la distance qui nous paraît convenable.

Jusqu'ici nous n'avons pas fait intervenir l'épaisseur du sujet à radiographier, il y a donc lieu de modifier cette formule afin d'y faire entrer ce nouveau facteur que nous appellerons P.

Nous pouvons supposer (Fig. III) qu'on regarde le corps transparent en fixant le milieu de ce corps, soit le point A'. Nous pourrions donner à la distance AD la valeur de 20 cms + la moitié de Ax ou $\frac{P}{2}$ d'où nous avons :

$$\frac{\Delta}{2} = \frac{D \times 3}{20 + \frac{P}{2}}$$

Dans cette formule il est entendu que la distance D ne sera plus comme dans la fig. II, la distance AD',

mais A'D', et le premier plan du corps à radiographier sera placé à 20 cms des yeux.

Reprenons la fig. II : nous avons supposé avoir pris deux radiographies du corps Ax avec B' et C' comme positions d'anticathode. Lorsque nous examinerons au stéréoscope les radiographies les deux yeux seront en réalité (Fig. IV) placés sur la ligne B'C' en b et en c. Le point A qui a été radiographié sous un angle $\widehat{D'C'A}$ ou $\widehat{D'CA}$, conservera donc cet angle et sera vu sous le même angle, les yeux étant en b et en c. Le point A ne sera plus sur la stéréoradiographie en A, mais au point d'intersection des parallèles à AC' et AB' menées des points b et c, soit en a. Cependant le point a sera toujours situé à la même distance des yeux que A si les yeux étaient en B et en C, car les triangles rectangles aA'C et ADC sont égaux comme ayant 2 côtés et 2 angles égaux.

Voyons maintenant ce qui va se produire si au lieu du point A seul, nous prenons la droite comprise entre A et x, soit la distance totale comprise entre le premier plan et le dernier plan visibles sur la radiographie (Fig. V). Ce qui revient à rechercher la nouvelle position du point x sur la droite D'x. Comme nous l'avons fait pour le point A menons les parallèles à C'x et B'x. Nous voyons que le point x tombe en x' et la droite ax' est plus petite que Ax.

De tout cela il résulte que le corps que l'on aura radiographié pour être vu à 20 cms des yeux sera bien vu sur les deux radiographies stéréoscopiques à

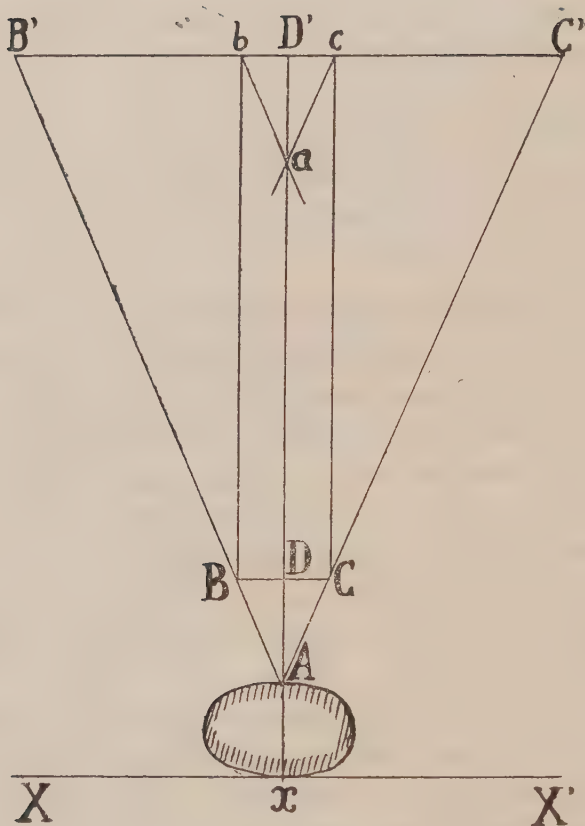


Fig. IV

20 cms, mais il sera plus petit, et cela d'autant plus que la distance D'A sera plus grande.

Il reste maintenant à déterminer dans quelles proportions sera réduit le corps Ax sur le stéréogramme vu au stéréoscope. Nous pouvons écrire la relation :

$$\frac{D'a}{D'A} = \frac{a x'}{A x}$$

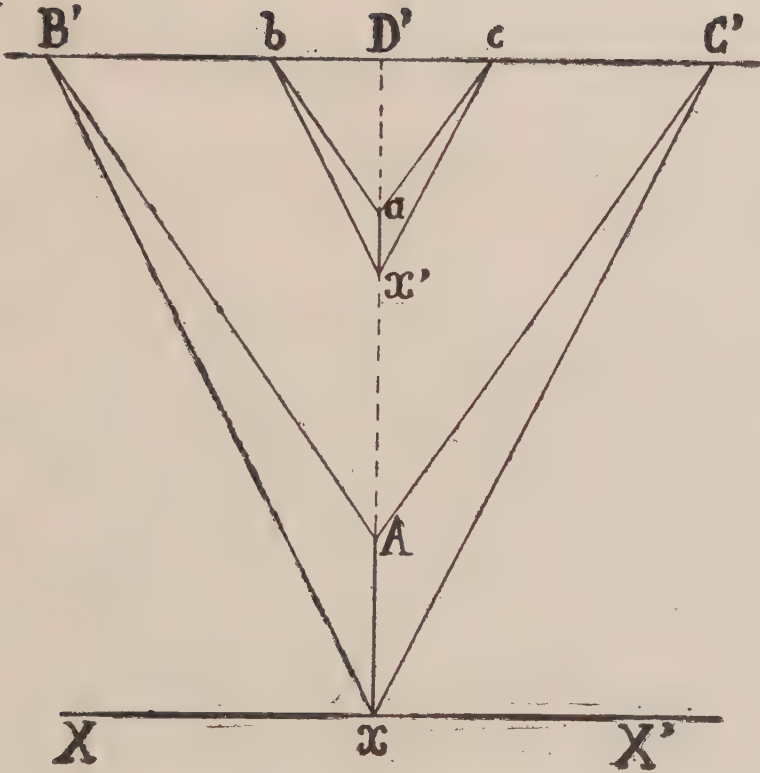


Fig. V

D'où nous tirons :

$$a x' = \frac{D'a}{D'A} \times A x \quad (1)$$

Reportons-nous à la formule établie précédemment :

$$\frac{\Delta}{2} = \frac{D \times 3}{20 + \frac{P}{2}} \quad (2)$$

Remplaçons dans la formule (1) les lettres par leurs valeurs données par la formule (2) :

$$ax' = \frac{20}{D - \frac{P}{2}} \times P \quad (3)$$

ax' sera la nouvelle épaisseur p du corps P stéréoradiographié et examiné au stéréoscope et nous connaissons très exactement dans quelles proportions il sera réduit lors de son examen au banc stéréoscopique, et paraissant situé à une distance de 20 cms des yeux.

De ce qui vient d'être dit et de la formule établie qui nous permet de déterminer la proportion exacte entre le corps radiographié et l'image stéréoscopique il résulte que si nous admettons 6 cms comme écart normal des yeux et si nous faisons une stéréoradiographie avec un décalage d'ampoule de 6 cms, nous aurons une stéréoradiographie de même grandeur vue à la distance qui sépare le premier plan de l'anticathode. Si nous faisons une autre radiographie avec un décalage double de l'écart des yeux nous aurons une image stéréoscopique 2 fois plus petite et 2 fois plus rapprochée des yeux, et ainsi de suite.

Mais pour que la stéréoradiographie paraisse réduite d'un nombre entier et soit toujours vue à 30 cms, il nous faut calculer D proportionnellement au décalage qui sera 2, 3, 4, 5, etc... fois l'écart des yeux.

De la formule :

$$\frac{\Delta}{2} = \frac{D \times 3}{30 \times \frac{P}{2}}$$

nous pouvons tirer D :

$$D = \frac{\Delta \times \left(30 + \frac{P}{2}\right)}{2 \times 3} \quad (4)$$

C'est ce qui explique pourquoi certains radiologistes adoptent comme décalage d'ampoule des multiples de l'écart normal des yeux.

Il est à noter que la démonstration donnée pour expliquer pourquoi une stéréoradiographie paraît réduite, s'applique uniquement à la radiographie. Pour la photographie une démonstration analogue a été faite par M. Colardeau, dans son remarquable traité général de stéréoscopie, mais celle-ci ne peut être directement appliquée à la stéréoradiographie comme certains auteurs ont cru pouvoir le faire.

EXAMEN DES RADIO-STEREOGRAMMES

L'examen des deux épreuves stéréoscopiques se fera à l'aide d'un stéréoscope. Il existe de très nombreux modèles de cet appareil et nous ne voulons pas en entreprendre la description. Nous nous contenterons de décrire rapidement le stéréoscope de Wheatstone, qui est un des plus simples et que notre expérience nous a montré comme étant celui qui permet d'examiner correctement les stéréogrammes.

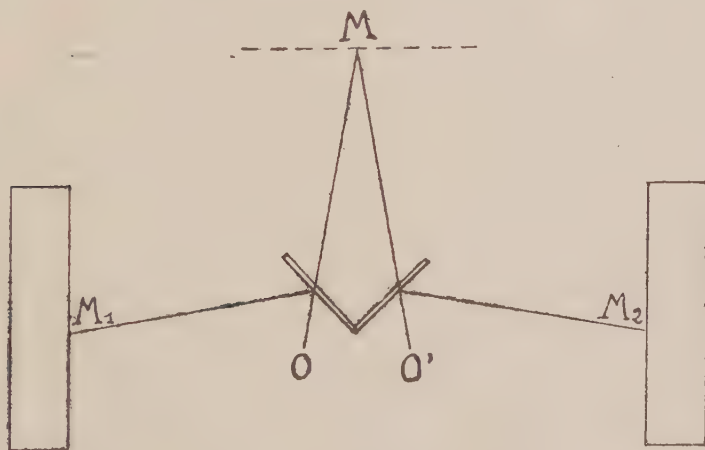


Fig. VI

Le stéréoscope de Wheatstone à miroirs est le plus ancien, son auteur l'ayant imaginé en 1832. Il est es-

sentiellement composé de deux miroirs verticaux, assemblés de façon à former un dièdre de 90° . Sur ces miroirs se réfléchissent les images des deux épreuves placées devant deux négatoscopes (Fig. VI) et leur superposition s'effectue en M, chaque œil ne percevant que l'image qui lui est destinée. Les négatoscopes seront mobiles et pourront se rapprocher et s'éloigner symétriquement des miroirs. Le support des miroirs se déplacera suivant la bissectrice de l'angle OMO'. Tout autre perfectionnement apporté à ce stéréoscope (possibilité de modifier l'angle de 90° des miroirs, adjonction d'un autre système de miroirs permettant à deux observateurs d'examiner le même stéréogramme, possibilité d'incliner les négatoscopes, etc...) devra être repoussé car, comme nous le verrons par la suite, il ne peut que contribuer à une perception erronée du relief. A la rigueur un déplacement en hauteur des miroirs peut être admis, les épreuves stéréoscopiques ne pouvant pas toujours être placées au centre des négatoscopes, leur format n'étant pas constant. Une simplification de ce dispositif est obtenue en munissant le stéréoscope de miroirs d'une hauteur suffisante et telle que le centrage des épreuves se fait en regardant plus ou moins haut le long des miroirs, de façon à avoir en face de chaque œil le point de chaque épreuve qui lui correspond. Nous ne disons pas le milieu de chaque épreuve, et cela intentionnellement, car nous allons voir par la suite que ce n'est pas du tout le point formé par l'intersection des deux diagonales coupant chaque épreuve qui doit être placé exactement en face de chaque œil.

Dans les démonstrations qui vont suivre, afin de simplifier et faire mieux comprendre comment se reconstitue le relief, nous ferons abstraction de la reflexion des épreuves dans les miroirs et situons les deux épreuves sur un même plan, chaque œil étant supposé ne percevoir que l'image qui lui est destinée.

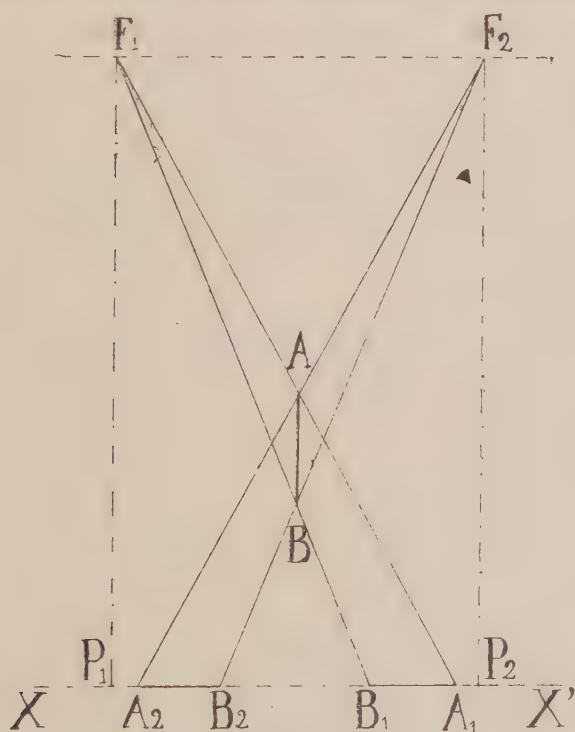


Fig. VIII

Considérons la fig. VIII : soit un objet AB à stéréoradiographier. Plaçons le focus de l'ampoule en F_1 et un film sur le plan xx' et prenons un premier cliché, l'ombre portée de AB se projettera en $A_1 B_1$. Reportons

le focus de l'ampoule en F_2 , suivant une ligne parallèle à xX' et à une distance de 6 cms (écart normal des yeux) et prenons une deuxième radiographie; l'ombre portée de AB se projettera en $A_2 B_2$ sur le deuxième film.

Après développement des films, plaçons ceux-ci sur le stéréoscope, exactement dans la situation où ils étaient pour la prise des radiographies, c'est-à-dire en ayant soin de faire coïncider les points principaux P_1 et P_2 . La même figure va nous servir pour reconstituer l'objet AB, il suffit de supposer les yeux placés en F_1 et en F_2 et considérer la marche des rayons lumineux issus des images $A_1 B_1$ et $A_2 B_2$ pour voir que leur entrecroisement se fera en AB et l'objet radiographié sera reconstitué très exactement à la place qu'il occupait lors de sa radiographie et avec ses dimensions exactes.

Nous allons maintenant essayer de voir ce qui se passe dans la reconstitution du relief si l'on ne conserve pas la même distance focale pour l'examen des stéréogrammes.

Dans la fig. IX l'objet AB est radiographié des deux points F_1 et F_2 , dont nous supposerons l'écart plus grand que celui des yeux. Plaçons les deux épreuves obtenues dans un stéréoscope de Wheatstone à une distance inférieure à la distance focale. En somme nous nous plaçons dans les conditions habituelles de l'examen des hyperstéréogrammes à grande base et à grande distance focale et comme ils ont toujours été examinés jusqu'alors.

L'objet AB donnera les deux ombres portées ab et $a'b'$, les yeux étant en O et O' , il sera reconstitué en $A'B'$. Nous constatons immédiatement qu'il est plus petit, mais cela seulement pour ses dimensions en profondeur, car les dimensions transversales sont conservées. Il y a donc déformation.

Cette démonstration va nous servir pour confirmer une raison que nous donnions comme cause de l'emploi restreint de la stéréoradiographie : à savoir que de nombreux radiologistes déclarent trouver cette méthode très intéressante, mais ne l'utilisent pas personnellement, car ils ne voient pas ou voient mal les stéréogrammes. En effet après avoir examiné une hyper-

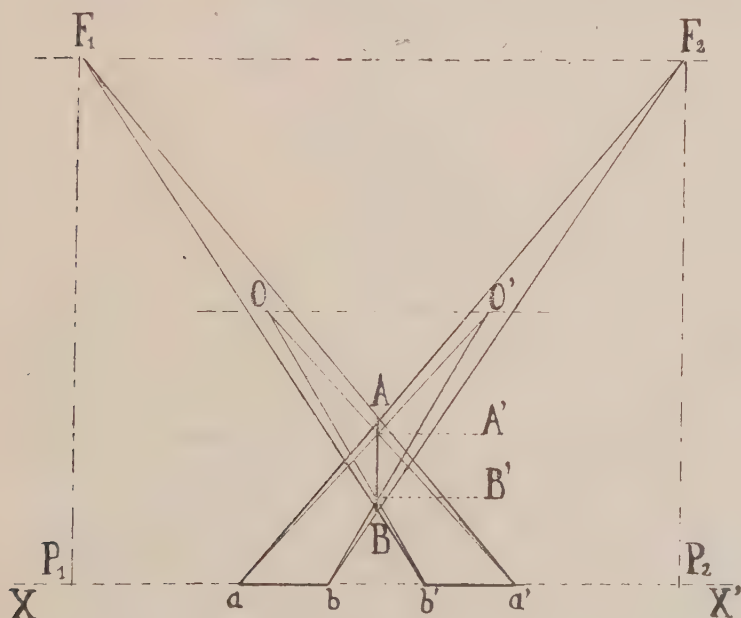


Fig. IX

stéréoradiographie dans les conditions que nous venons de décrire, ils n'hésitent pas à déclarer que la sensation de relief est intense, mais que cette sensation est due à l'exagération des dimensions en profondeur de l'objet radiographié. Or ainsi que nous venons de le voir, c'est très exactement le contraire qui se produit.

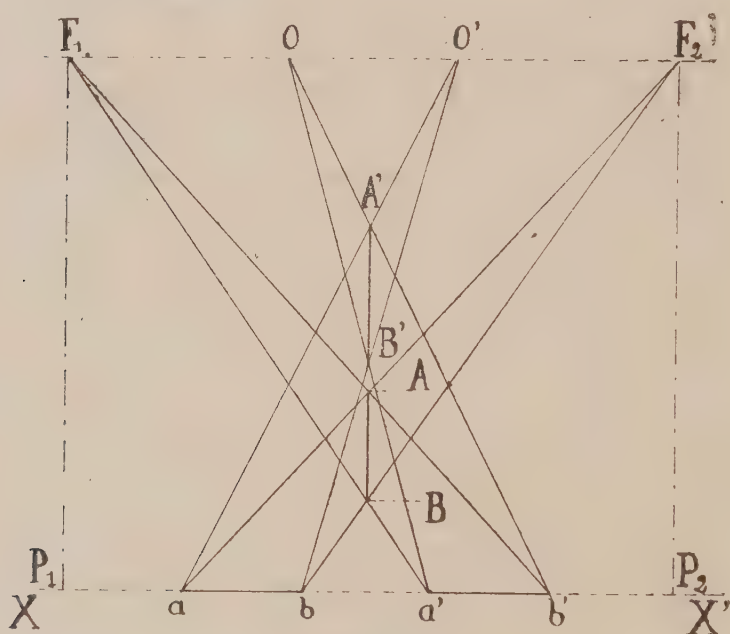


Fig. X

Dans la fig. X nous avons conservé la distance focale. L'objet AB sera reconstitué en A'B', les yeux étant placés en O et O'. Nous constatons encore une déformation, mais cette fois en sens inverse : les dimensions en profondeur sont augmentées, alors que les dimensions transversales sont toujours conservées.

Précédemment nous avons dit qu'il était inutile et même nuisible de faire varier l'angle des deux miroirs du stéréoscope de Wheatstone, ou d'incliner les négatoscopes. Cette variation va être une cause de déformation : s'il est possible de déplacer les deux épreuves stéréoradiographiques dans un même plan situé dans le prolongement de leur plan propre et parallèlement à une ligne horizontale, il n'est pas possible de les faire tourner autour d'un axe vertical situé dans un plan homologue pour chaque épreuve, sans modifier inégalement les dimensions transversales. En effet la partie droite, par exemple, des épreuves va se rapprocher des yeux, alors que la partie gauche va s'en éloigner. Il se produira alors un effet de perspective : la partie droite sera agrandie alors que la gauche sera diminuée. En d'autres termes, la reconstitution d'un rectangle vu exactement de face se fera sous forme d'un trapèze.

La fig. XI va non seulement nous donner la solution du problème de l'examen correct des stéréogrammes, mais aussi la confirmation de la théorie qui veut qu'un objet stéréo-radiographié avec un décalage d'ampoule égal à n fois l'écart des yeux sera vu n fois plus petit et n fois plus près des yeux, mais avec conservation intégrale de la similitude de forme, donc sans déformation.

Soit un objet AB, radiographions-le des points F_1 et F_2 distants d'une quantité double de l'écart normal des yeux, l'ombre portée se fera en $A_1 B_1$ et F'_2 ; nous conserverons obligatoirement la distance focale.

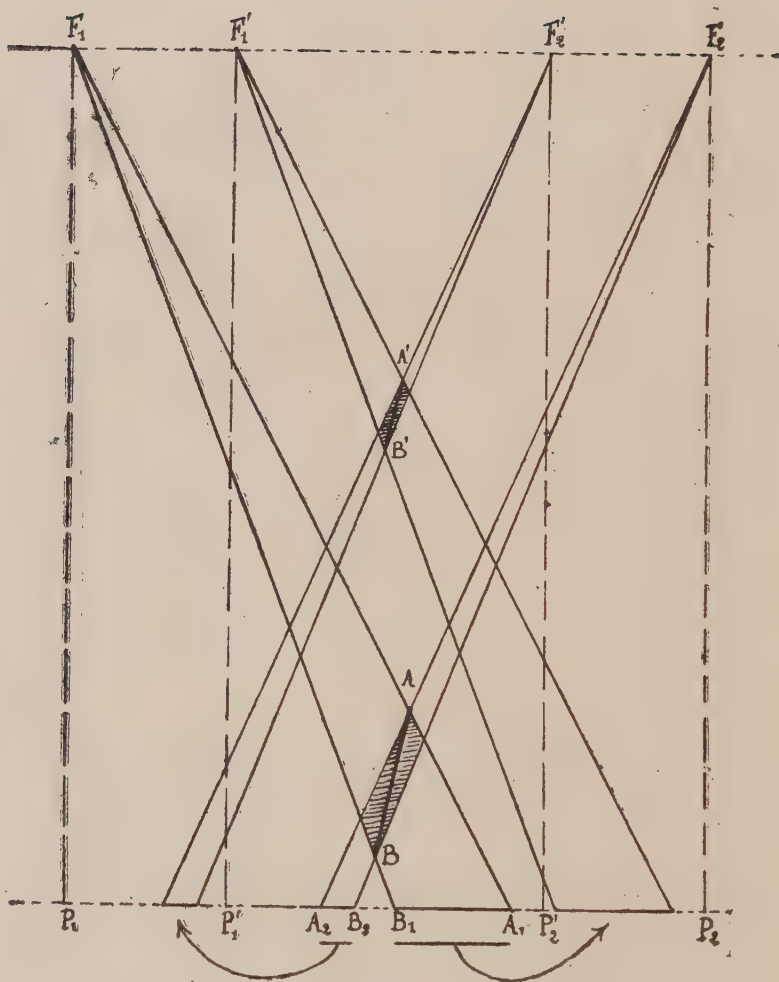


Fig. XI

Faisons subir aux deux épreuves un mouvement de translation dans leur plan et suivant une ligne horizontale. C'est-à-dire faisons glisser A, B, suivant la direction de la flèche, jusqu'à ce que le point principal

P_1 du focus coïncide avec le point principal P'_1 issu de l'œil F'_1 . Faisons la même manœuvre pour $A_2 B_2$. Dès lors la reconstitution de l'objet AB se fera en $A'B'$. Il est facile de démontrer la similitude de AB et de $A'B'$, simplement par les triangles semblables.

D'autre part le rapport de réduction et de rapprochement sera rigoureusement proportionnel au rapport du décalage du tube à celui de l'écart des yeux.

Comme conclusion de ce que nous venons de dire, deux conditions seules sont suffisantes et nécessaires pour l'examen et la reconstitution du relief exact en stéréoradiographie :

1° *Conservation de la distance focale.*

2° *Coïncidence des points principaux des focus avec ceux des yeux.*

Voyons maintenant comment nous pourrons réaliser pratiquement ces deux conditions :

La conservation de la distance focale s'obtiendra en allongeant suffisamment le banc stéréoscopique de Wheatstone. Evidemment l'encombrement d'un tel appareil sera assez considérable, surtout si l'on a à examiner des stéréogrammes de 2 m. 50 de distance focale, cela fait 5 m. de long, plus l'épaisseur des négatoscopes.

La coïncidence des points principaux sera faite d'abord en repérant ceux des focus sur chaque épreuve du stéréogramme. Personnellement nous avons réalisé ce repérage en fixant à la partie supérieure du châssis derrière lequel vont passer les cas-

settes porte-film une petite tringle métallique sur laquelle coulisseront deux index en plomb dont l'écartement sera égal au décalage du tube. L'extrémité seule des index sera visible à la partie supérieure des épreuves. Naturellement il faudra que l'appareillage soit suffisamment précis pour que la perpendiculaire abaissée du focus de l'ampoule coïncide exactement avec le point milieu de la verticale abaissée de l'image de l'index (les différents déplacements des cassettes porte-film et de l'ampoule étant supposés se faire horizontalement dans un plan vertical, c'est-à-dire le malade à examiner étant dans la position debout).

Une fois les épreuves placées sur le stéréoscope, il suffira de pousser en avant les miroirs jusqu'à ce que la perpendiculaire abaissée des points principaux des épreuves coïncide avec les yeux.

Si le décalage du tube n'est pas trop considérable, la reconstitution du relief se fera exactement suivant les règles théoriques que nous avons énoncées plus haut.

Malheureusement il n'en est pas toujours ainsi, et c'est alors qu'intervient ce que l'on appelle la tolérance de l'accommodation. Reprenons la fig. XI : l'accommodation va se faire sur le plan des épreuves P_1 , P_2 , mais la convergence va se faire entre les angles $F'_1A'F'_2$ et $F'_1B'F'_2$. On voit tout de suite qu'il y a dissociation entre l'accommodation et la convergence et plus le décalage du tube sera considérable plus cette dissociation sera accentuée.

Il nous faut donc étudier un peu plus en détail la valeur de cette tolérance de l'accommodation.

Cazes a cherché à déterminer les valeurs de cette tolérance. Pour cela il a examiné deux objets A et B, placés à différentes distances de l'œil F. A étant le plus près de F et B le plus éloigné.

F.....A.....B

Pour une distance FA il arrive un moment où A et B paraissent nets en même temps. Cazes a établi une table où il donne pour FA les valeurs correspondantes de AB. Par exemple, pour

FA = 3 m. 30..... AB = l'infini

FA = 1 m. AB = 0 m. 45.

Donc nous pouvons admettre que AB est la limite de tolérance de l'accommodation pour un objet dont le premier plan est à la distance FA des yeux.

En conséquence lorsque nous ferons une stéréoradiographie d'un objet dont la distance entre le premier et le dernier plans visibles sur la radiographie sera égale à AB, il faudra placer l'anticathode à la distance FA indiquée par la table de Cazes.

De cette façon lorsque nous examinerons au stéréoscope les épreuves stéréoscopiques nous nous trouverons entre les limites de tolérance et nous pourrons pratiquer cet examen sans effort et sans forcer notre accommodation.

Nous avons essayé de vérifier les limites de tolérance indiquées par Cazes, nous avons trouvé des

chiffres sensiblement égaux, mais au cours de cette expérience il nous a été donné d'observer un phénomène qui, à notre connaissance, n'a été signalé par aucun auteur : Si l'éclairage ou la luminosité des deux points A et B augmente, la limite de tolérance augmente également. Cela peut s'expliquer par le fait que la pupille se contracte lorsque la lumière qui frappe l'œil devient plus intense. La pupille joue en somme le rôle du diaphragme d'un objectif photographique et l'on sait que si l'on diminue l'ouverture du diaphragme d'un objectif on augmente sa profondeur de champ.

C'est peut-être là la raison pour laquelle tous les auteurs ne sont pas d'accord sur les valeurs à donner à cette tolérance.

Nous reproduisons ci-contre (fig. XII) une courbe qui donne les distances minima anti-cathode-premier plan du corps à radiographier et les décalages d'ampoule correspondants pour que les stéréoradiographies examinées au stéréoscope paraissent être placées à 30 cm. des yeux et soient dans les limites de tolérance indiquées par Cazes.

Dans la pratique de l'hyperstéréoscopie à grande base et à grande distance focale, nous nous trouvons au-delà des limites de la tolérance de l'accommodation et l'examen correct des stéréogrammes qui n'ont pas été exécutés suivant les règles que nous avons établies, nous apparaît théoriquement comme impossible.

Nous serions donc en droit de repousser cette mé-

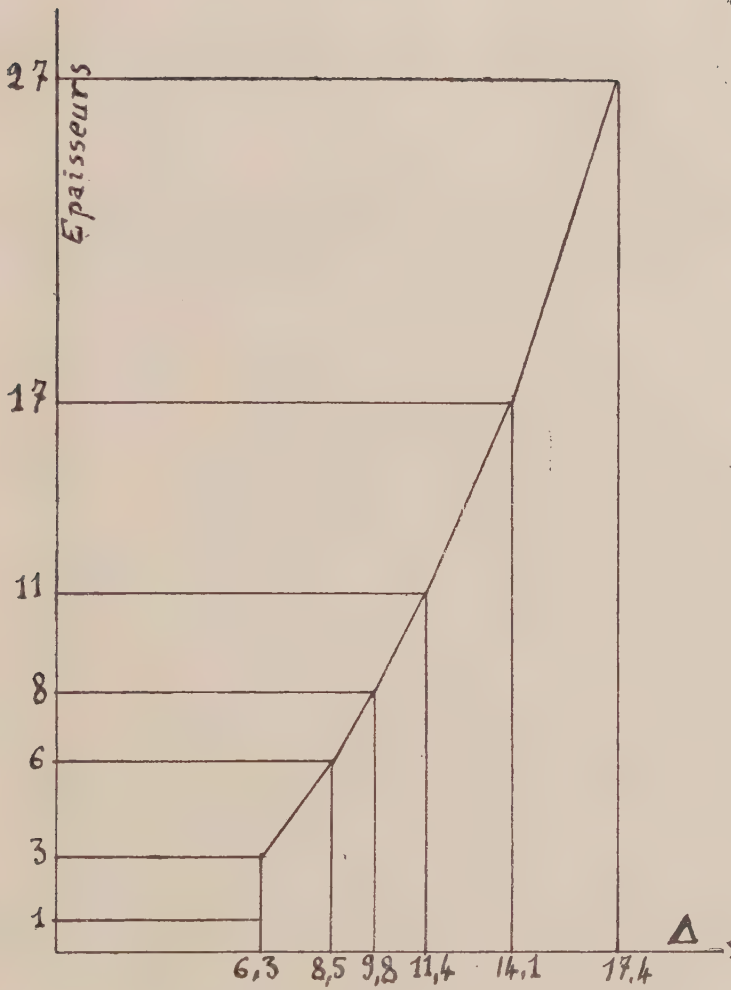


Fig. XII

thode et de la déclarer inutilisable. Ce serait peut-être aller trop loin et méconnaître ses avantages pratiques indéniables.

Aussi avons-nous cherché à concilier la pratique ha-

bituelle de l'hyperstéréoscopie avec l'examen correct des stéréogrammes.

Supposons que nous ayons pris une stéréoradiographie à 2 m. de distance focale et avec une base de 24 cm. Nous placerons donc les négastoscopes à 2 m. des yeux et nous placerons tout d'abord les miroirs sensiblement sur la perpendiculaire abaissée du milieu des épreuves, celles-ci étant rigoureusement symétriques par rapport aux miroirs. A l'aide de légers déplacements des miroirs, soit en avant, soit en arrière, nous réaliserons la superposition des deux épreuves en évitant tout effort d'accommodation, et nous attendrons quelques instants que la sensation de relief s'établisse. Il est à peu près sûr que nous verrons le stéréogramme dans ses dimensions transversales vraies, c'est-à-dire ni augmentées, ni réduites. Ensuite, sans que les yeux s'éloignent des miroirs, poussons ceux-ci en avant. Nous constaterons alors que l'accommodation devient pénible, mais en même temps les dimensions de l'objet radiographié vont diminuer et celui-ci va se rapprocher de nos yeux. Si l'éclairement des négastoscopes est suffisamment intense et surtout si l'on a assoupli par l'exercice sa tolérance à l'accommodation, on pourra arriver jusqu'à la coïncidence des points principaux.

A ce moment, l'objet stéréoradiographié avec une base égale à 4 fois l'écart normal des yeux, sera vu 4 fois plus petit et à 50 cm. des yeux. Ce qui concorde exactement avec la théorie.

Si l'accommodation est trop pénible ou même impossible pour des observateurs non entraînés, et que l'on ne puisse arriver jusqu'à la coïncidence des points principaux, il suffit de placer devant les yeux des verres bi-concaves dont la puissance en dioptries pourra être déterminée empiriquement pour chaque observateur. On augmentera donc le nombre de dioptries jusqu'à ce que les points principaux coïncident et que l'accommodation se fasse sans effort.

REDUCTION DES STEREOGRAMMES

En dehors de l'examen direct des épreuves d'un stéréogramme sur le stéréoscope de Wheatstone, il existe un procédé qui consiste à réduire photographiquement les épreuves afin de pouvoir les examiner dans un stéréoscope servant à l'examen des photographies stéréoscopiques ordinaires dans les formats habituels, soit : 8/16, 6/13, 8/13, 4,5/10,7.

Mais là encore il existe des règles qu'il faut observer si l'on veut obtenir une reconstitution correcte du relief.

Nous adopterons comme format de réduction le format 8/13, celui-ci nous ayant paru le plus commode pratiquement. Le format 8/16 étant souvent pénible à examiner, car la distance séparant les points homologues des épreuves stéréoscopiques étant supérieure à l'écart normal des yeux (8 cm. au lieu de 6 cm. 5), et nécessitant une correction à l'aide de verres prismatiques qui risquent d'introduire une déformation.

Si, sur le grand stéréoscope de Wheatstone servant à examiner directement les deux épreuves radiogra-

phiques et grâce à la formule nous permettant de calculer de combien paraît réduite la stéréoradiographie, nous voyons celle-ci n fois plus petite, nous pouvons la réduire n fois photographiquement et l'examiner au stéréoscope ordinaire sans qu'il y ait le moindre changement.

Comme il nous est possible de calculer le nombre de fois que va être réduite une stéréoradiographie, rien n'est plus facile que de faire une stéréoradiographie qui, ramenée au format 8/13, paraîtra de mêmes dimensions que si elle était vue au grand stéréoscope de Wheatstone.

Prenons un exemple : Soit une stéréoradiographie que nous nous proposons de faire sur deux films 30/40, les films devant être examinés en hauteur, c'est-à-dire le côté ayant 40 cm. étant vertical. Si nous mettons les deux radiographies côte à côte, séparées par un espace de 5 cm., nous avons comme dimensions totales : hauteur, 40 cm.; largeur : 65 cm.

Cherchons de combien doit être réduit l'ensemble pour être ramené au format 8/13 :

$$\frac{65}{5} = 13 \qquad \frac{40}{5} = 8$$

La stéréoradiographie devra donc être réduite 5 fois.

Nous choisirons donc comme décalage d'ampoule 5 fois l'écart des yeux, soit 30 cm.

Maintenant, supposons que le corps que nous nous proposons de stéréoradiographier ait 30 cm. de dis-

tance entre les deux plans extrêmes visibles que la radiographie, il suffit d'appliquer la formule :

$$D = \frac{\Delta \times \left(30 + \frac{P}{2}\right)}{2 \times 3}$$

Remplaçons les lettres par leur valeur :

$$D = \frac{30 \times \left(30 + \frac{30}{2}\right)}{2 \times 3} = 152 \text{ Cms, } 5$$

Nous ferons donc une stéréoradiographie avec 30 cm. de décalage d'ampoule, celle-ci étant placée à 152 cm. 5 du premier plan visible sur la radiographie.

De cette façon, nous obtiendrons une stéréoradiographie dont les deux épreuves placées dans un stéréoscope reconstitueront un objet 5 fois plus petit et placé à 30 cm. des yeux. Nous pourrons donc la réduire photographiquement 5 fois sans qu'il y ait de changement et examiner les épreuves réduites dans un stéréoscope photographique ordinaire.

Nous avons établi une table permettant de voir dans quelles proportions doivent être réduits les stéréogrammes pour être ramenés au format 8/13, ou plus exactement pour obtenir une réduction ayant 13 cm. de côté horizontalement, la dimension verticale oscillant entre 6 et 8 cm., selon le format des films employés.

L'écartement des films correspond à l'espace vide

séparant les deux films placés côte à côte, la réduction étant supposée se faire en une seule fois.

Cette table permet donc de trouver rapidement la distance focale, il suffit pour cela d'appliquer la formule (4).

Dimension du film employé.....	40/50		50/70		21/30		18/24		13/18	
Disposition : Hauteur, Largeur.....	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L
Rapport de réduction...	6,7	8,3	5	6,7	4	5	3	4	2,1	3
Décalage de l'ampoule Δ	40,2	9,8	30	40,2	24	30	18	24	12,6	18
Écartement des films...	7,8	8,4	5	7,8	4	5	3	4	2,2	3

PSEUDOSCOPIE

Nous ne pouvons terminer cette étude sans parler de ce que certains auteurs ont dénommé « pseudoscopie », en effet ce phénomène entre indirectement dans les déformations possibles dans la reconstitution du relief en stéréoradiographie.

Lorsque, dans l'examen d'une stéréoradiographie quelconque, soit normale, soit à grande base et grande distance focale, on inverse les épreuves, c'est-à-dire que l'on regarde avec l'œil droit l'épreuve destinée à l'œil gauche et réciproquement, l'objet apparaît retourné. En d'autres termes, un thorax examiné correctement est vu le sternum étant le plus près des yeux, après inversion la colonne vertébrale apparaît la plus rapprochée des yeux.

Nous ne voulons pas entreprendre une nouvelle démonstration géométrique pour montrer que cette façon d'examiner un stéréogramme est tout à fait incorrecte, un raisonnement simple va nous suffire.

Supposons que nous ayons à stéréoradiographier un objet de forme cubique, une face étant parallèle au film radiographique et l'ampoule placée à une distance

moyenne. La projection de la face la plus rapprochée de l'ampoule sera plus grande que la face au contact du film. Lors de l'examen du stéréogramme, les yeux doivent se placer théoriquement au lieu et place du focus de l'ampoule, la reconstitution du cube se fera donc exactement. Invertissons maintenant les deux épreuves, le cube sera par conséquent vu la face qui, lors de la prise du stéréogramme, était au contact du film, étant la plus rapprochée des yeux. Comme sa projection est plus grande, ce ne sera plus un cube qui sera reconstitué, mais un tronc de pyramide quadrangulaire dont la petite base sera tournée du côté des yeux.

Nous voyons donc que cette façon d'examiner les stéréogrammes, bien que recommandée par la plupart des radiologistes faisant de la stéréoradiographie, est tout à fait incorrecte.

Précédemment nous disions qu'il était inutile de prévoir sur le stéréoscope de Wheatstone un deuxième jeu de miroirs disposés perpendiculairement aux premiers, et permettant à deux observateurs d'examiner ensemble le même stéréogramme, en effet, le deuxième observateur se trouvera dans les conditions de la pseudoscopie. Non seulement il ne pourra amener en coïncidence les points principaux, mais il sera toujours en contradiction avec le premier observateur pour l'appréciation des rapports des différents plans du stéréogramme.

Signalons enfin la possibilité de l'inversion latérale des stéréogrammes, c'est-à-dire que, en laissant de-

vant chaque œil l'épreuve qui lui est destinée, il est possible de retourner chaque épreuve et voir l'objet radiographié reconstitué, mais le côté gauche est à droite et réciproquement. Il faudra donc noter au moment de la prise du stéréogramme l'épreuve qui correspond à chaque œil, mais également le côté droit et le côté gauche. Dans ce cas particulier nous n'avons pas à envisager les déformations possibles, le simple bon sens indique que non seulement cette façon d'examiner les stéréogrammes est inutile, mais peut être la source d'erreurs importantes.

CONCLUSIONS

Ainsi que nous venons de le voir, la stéréoradiographie est susceptible d'une très grande précision, précision quasi-mathématique et que la plupart des praticiens n'ont pas recherchée, ou se sont simplement contentés des travaux faits sur la stéréoradiographie. Evidemment, le médecin est habitué à se contenter de choses approximatives, et il n'est pas possible d'établir sous forme d'une formule algébrique et d'équations l'état d'un malade, la solution des équations devant donner le diagnostic, le traitement et le pronostic...!!

Néanmoins, nous croyons que toutes les fois que cela est possible, il est utile de se rapprocher de l'exactitude la plus absolue. Tout d'abord la nécessité ne s'en fait peut-être pas sentir, mais par la suite combien d'erreurs auraient été évitées si l'on était parti d'une base solidement établie, au lieu de se contenter d'approximations...

Certainement, il existera toujours un point faible dans la pratique de la stéréoradiographie : c'est la prise successive et non simultanée des deux épreuves. Il est évident qu'une chose vivante n'est jamais identique à elle-même d'un moment à l'autre. Si court que

soit l'intervale qui sépare la prise des deux épreuves, celles-ci ne représenteront pas la même chose.

Nous ne pouvons ici que rendre hommage à l'effort fait par les constructeurs d'appareils radiologiques, et en particulier à M. le Dr Dioclès pour son appareil de téléstéréoradiographie, dont la précision et surtout la rapidité de manœuvre contribuent à réduire au minimum la cause d'erreur que nous signalions plus haut.

Malgré la pratique restreinte de la stéréoradiographie, nous envisageons sa généralisation dans un avenir prochain, et la présence indispensable dans tout laboratoire de radiologie vraiment digne de ce nom, d'un appareillage de stéréoradiographie.

Peut-être même est-il permis d'envisager la possibilité de la prise simultanée des deux épreuves stéréoscopiques, en dehors de la méthode dite des « réseaux », par augmentation considérable de la distance focale et par suite de la possibilité d'un éloignement suffisant du malade des films radiographiques, tout en conservant aux épreuves une netteté convenable. La puissance constamment accrue des rayons X, la rapidité des émulsions radiographiques et des écrans renforçateurs, les perfectionnements dans le rendement des tubes, peuvent nous le faire espérer.

Vu : le Doyen de la Faculté,
BALTHAZARD.

Vu : le Président de thèse,
STROHL.

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
S. CHARLETY.

BIBLIOGRAPHIE

ATE. — La Photo-stéréographie. (Mazo, édi. Paris, 1898).

BECLÈRE. — Les rayons de Roentgen et le diagnostic des maladies internes. (J. -B. Baillières et Fils, éd. Paris, 1904).

BELOT. — Radiographie de la dent de sagesse (*Revue de Stomatologie*, janv. 1912).

— Congrès pour l'avancement des sciences. Grenoble, 1925.

— *Bulletin et Mémoires de la Société de Radiologie Médicale de France*, février-mars 1926.

BECK (Carl). — Roentgen Rays. Diagnostic and Thérapy. (D. Appleton and Co, New-York and London, 1904).

BLANCHE. — Essai de Radiologie obstétricale. (Thèse Paris. Legrand, édi., 1924).

BOUASSE. — Vision et reproduction des formes et des couleurs. (Delagrave, édit. Paris, 1917).

BOUCHARD. — Traité de Radiologie médicale. (Steinheil, édit. Paris, 1904).

BROCA. — Physique médicale. (Baillières et Fils, édit. Paris, 1907).

CAZES. — Stéréoscopie de précision. Théorie et Pratique. (Ph. Pellin, édit. Paris, 1895).

COLARDEAU. — Traité général de Stéréoscopie. (De Francia, édit. Paris).

COLSON R. — La photographie stéréoscopique. (Gauthiers-Villars, édit. Paris, 1889).

COTTENOT. — Traité de pathologie médicale de Ser-
gent. (Malaloine, édit. Paris, 1931).

D'ALMEIDA. — Comptes-rendus de l'Académie des
Sciences (12 juillet 1858).

DELAMARRE A. — Pratique de la photographie stéré-
oscopique. (Mendel, édit. Paris, 1906).

DELHERM et MOREL KAHN. — Radiographie des tumeurs
cérébrales (tumeurs de l'hypophyse exceptées) (P.
M., N° 9, p. 93, 1904).

DESTOT. — Société de Biologie, 29 nov. 1896.

— Bulletin Ac. de Médecine, 29 déc. 1896.

D'ALLUIN. — Le relief stéréoscopique par les anagly-
phes. (*Photo-Revue, série verte*, N° 6. Mendel, édit.
Paris, 1911).

— Radiographie stéréoscopique, ses résultats dans
l'étude du squelette, la localisation des corps
étrangers, les recherches anatomiques. (*Journal
des Sciences Médicales*, p. 182, 1909).

— La radiographie stéréoscopique et l'étude du sys-
tème vasculaire (*Journal de Radiologie*, 15 févr.
1911).

DIOCIÈS. — *Archives de Médecine et de Pharmacie mi-
litaires* (août 1924).

— *Journal Belge de Radiologie* (vol. XVI, fasc. III,
1925).

— Compte-rendu de la Société de Radiologie médi-
cale de France (févr.-mars 1926).

— Congrès de Grenoble, Société pour l'avancement
des Sciences, 1925.

— Téléradiographie, stéréoradiographie. (Masson,
édit. Paris, 1930).

- DONNADIEU. — Traité de photographie stéréoscopique. (Mendel, édit. Paris).
- DROUIN. — Le stéréoscope. (Mendel, édit. Paris, 1894).
- VON EBBENHARST TEUGHERGEN. — A propos de radioscopie stéréoscopique et d'un appareil nouveau (*Nedert Eifdschrift voor Geneskunde*, janv. 1921).
- ESTANAVE. — Ecran stéréo-radioscopique (*Archives d'Electricité Médicale*, 1908).
- Relief photographique à vision directe. Photographie animée et autres applications des réseaux lignés et quadrillés. (F. Meiller, édit. Vitry-sur-Seine, 1930).
- FABRE. — Traité de photographie stéréoscopique (Gauthier-Villars, Paris, 1906).
- FRAUDET. — Stéréoscopie pour examen direct de radiographies stéréoscopiques (*Journal de Radiologie*, 1916-1917, p. 82).
- GOUSSOT C.-M. — Précis de photographie aérienne (Chiron, édit. Paris, 1923).
- GRILLON Ph. — Technique radiologique. (Maloine, édit. Paris, 1922).
- GUILLEMINOT. — Electrologie et Radiologie. (Masson, édit. Paris, 1922).
- GROEDEL. — Die Orthoroentgenographie. (Schumann, édit. Munich, 1908).
- GUILLOZ. — Méthode des réseaux (*Archives d'Electricité Médicale*, 1908).
- HELMHOLTZ. — La radiostéréoscopie en chirurgie de guerre (*Journal de Radiologie*, mars 1916).
- HOLLAND. — Notes sur un châssis permettant de faire rapidement des stéréoradiographies (*Archives of Radiology and Electrotherapy*, N° 233, p. 218).

- HOLZNECHT. — Die Roentgenologische Diagnostic der Erkrankungen der Brusteingeweide.
- HOOFT G. — Reproduction de stéréogramme parallaxe (V^e Congrès. Bruxelles, 1910).
- IMBERT et BERTIN. — Comptes-rendus Ac. des sciences, 30 mars 1916.
- JAUGEAS. — Précis de Radiodiagnostic. (Masson, édit. Paris, 1918).
- JOSUÉ, DELHERM et LAQUERRIÈRE. — Note de l'instrumentation et la technique de la téléradiographie du cœur et de l'aorte (*Journal de Radiologie*, juin 1914).
- LAGRANGE et VALUDE. — Encyclopédie française d'Ophthalmologie. (Doin, édit. Paris, 1909).
- LAMBERT. — Sur la stéréoradioscopie (Cptes-rendus Ac. des Sciences, 14 mai 1923).
- LANDOLT. — De l'amplitude et de la convergence (*Arch. d'Ophth.*, mars 1885).
- LEDoux-LEBARD et OMBREDANNE. — La localisation et extraction des projectiles. (Masson, édit. Paris, 1917).
- LÉVY-SOLAL. — Un nouveau procédé de radio-pelvimétrie, Méthode stéréo-radiographique (*Revue de Gynécologie et Obstétrique*, p. 255, 1921).
- LOMON A. et HAHN. — « Précis de Radiologie pratique ». (Gitter, édit., Paris, 1913).
- Sir James MACKENSIE-DAVIDSON. — « Localisation by X rays and stéréoscopy. (Londres, 1906).
- MARESCHAL. — « Projections stéréoscopiques ». (*Annuaire de photographie*, 1904).
- MARIE et RIBOT. — Comptes-rendus Ac. des sciences, 22 mars 1897.

- *Archives de physiologie*, 1^{er} juillet 1897.
- *Archives d'électricité médicale*, 19 août 1897.
- Comptes-rendus Ac. des sciences, 8 août 1898.
- *Archives physiologie*, octobre 1898.
- In « *Traité de Radiologie médicale* » de Bouchard.
- MASSIOT G. — « *Manuel pratique du manipulateur radiologiste* », (Maloine, édit., Paris, 1915).
- MATHET. — « *Traité pratique de photographie stéréoscopique* », (Mendel, édit., Paris).
- NASTICH. — « *Radiographie et Radioscopie* ». (Thèse, Nancy, 1908).
- NIEWENGLOWSKY. — « *Traité complémentaire de photographie pratique* ».
- « *Traité des projections spéciales* ».
- PARINAUD. — « *La vision* ». (Doin, édit., Paris, 1898).
- PIGEON. — « *Etude sur la stéréoscopie* ». (*Annales d'oculistique*, sept. 1916).
- STÉPHANI et MARCHAL. — « *Diagnostic radiologique de la tuberculose au début* ». (Maloine, édit., Paris, 1932).
- RÉMY et CONTREMOULINS. — Comptes-rendus Ac. des sciences, 2 nov. 1896.
- RUBAULT et BROcq. — « *Localisation anatomique des projectiles par la radiographie stéréoscopique* ». (*Journal de Radiologie*, 1916-1917, p. 79).
- VON ROHR. — « *Die binokularen Instrumente* ». (Julius Springer, édit., Berlin, 1907).
- VON ROHR et VALLON. — « *Rapport sur la stéréoscopie* ». (V^e Congrès, Bruxelles, 1910, p. 231).
- ROULLIES et LACROIX. — « *Dispositif nouveau de radioscopie stéréoscopique* ». (*Archives d'électricité médicale*, 15 avril 1899).

- STECHOW. — « Das Röntgenverfahren mit besonderer Berücksichtigung der militärischen 16 Erhaltrisse, 1903 ».
- STOCKAMMER. — « Stéréoscopie rationnelle ». (Mendel, édit., Paris, 1913).
- STOLZE. — « Die Stereoscopie und das stereoskop in Theorie und Praxis » (2^e édition).
- STUMPF. — « Radioscopie stéréoscopique ». (*Fortschrisft gebiete Röntgen*, t. 31, p. 92, 1923).
- TALON. — « Des applications de la stéréoscopie à la radiologie ». (Thèse, Paris, 1925).
- TAULEIGNE et MAZO. — Comptes-rendus Ac. sciences, 17 sept. 1917.
- VAVON. — « La stéréo-topographie ». (*Revue de l'Industrie minérale*, 15 nov., 1^{er} et 15 déc. 1921).
- VILLARD. — « La stéréoscopie par les courants alternatifs ». (*Archives d'électricité médicale*, 15 av. 1901, p. 205).
- WECHER et LANDOLT. — « Traité d'ophtalmologie ». (Delahaye et Lecrosnier, édit., Paris, 1887).
- WEIL. — « Eléments de Radiologie ». (Alcan, édit., Paris, 1920).
- VON ZIEMSEN und RIEDERER. — « Die Röntgenographie in der inneren Medizin. (Gergmann, édit., Wiesbaden, 1901).
- YVES. — *The Journal of the Franklin Institute*. Janv. 1912.

